

学号： 1209800072

年级： 2017 级

# 河海大学

## 本科毕业论文

### 河网地区水力水质特性的 组合单元解法及反问题的研究

专    业	水力学及河流动力学
姓    名	韩中国
指导教师	张长江
评  阅  人	王继承

2016 年 12 月  
中 国 南 京



# **BACHELOR'S DEGREE THESIS OF HOHAI UNIVERSITY**

## **Combined Cells Model of Hydraulics and Water Quality of River Networks and Its Reverse Problem**

College : College of Water Conservancy and Hydropower Engineering  
Subject : Engineering Hydraulics  
Name : Han Zhongguo  
Directed by : Professor Zhang Changjiang

Nanjing, P.R.China

September, 2016



# 郑重声明

本人呈交的毕业论文，是在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，所有数据、图片资料真实可靠。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本设计（论文）的研究成果不包含他人享有著作权的内容。对本设计（论文）所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确的方式标明。本设计（论文）的知识产权归属于培养单位。

本人签名：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_



## 摘要

本文首次提出并建立了诸如组合单元水力计算正问题、组合单元水质正问题、水量模型参数反问题、水质边界条件及污染源项反问题等系列成果。主要研究内容如下：

- (1) 组合单元水力计算正问题。
- (2) 组合单元水质正问题。

**关键词：** 河网；力特征；水质特性；污染面；联合解法





## ABSTRACT

This paper makes more systematic and deeper studies on numerical simulations of hydraulics and water quality features of river networks. As a result, a series of achievements such as combined cells model of hydraulics, combined cells model of water quality, roughness parameter reverse problem, waste load reverse problem and simulation of hydraulics boundary condition have been put forward for the first time. The details are as follows:

- (1) combined cells model of hydraulics.
- (2) combined cells model of water quality.

**Keywords:** River network; Force characteristics; Water quality characteristics; Pollution surface; Joint solution



# 目录

摘要 .....	I
ABSTRACT .....	III
第一章 绪论 .....	1
1.1 河网水力及水质特性数值模拟研究的意义 .....	1
1.2 河网水力及水质特性数值模拟研究综述 .....	1
1.3 技术路线和研究内容 .....	1
第二章 河网水力特性三级联合解法及参数反问题 .....	3
2.1 概述 .....	3
2.2 河道控制方程 .....	3
2.3 边界条件 .....	3
2.4 方程的求解 .....	3
2.5 参数反问题 .....	3
2.6 算例分析 .....	3
2.7 本章小结 .....	4
参考文献 .....	5
致谢 .....	7



# 第一章 绪论

## 1.1 河网水力及水质特性数值模拟研究的意义

随着近年来工农业生产的迅猛发展，在河网地区，水资源的供给与需求、环境质量与经济发展这两对矛盾日益突出<sup>[1]</sup>。环境质量的日趋恶化将愈来愈威胁着区域经济的健康发展，环境治理已成为亟待解决的重大课题<sup>[2]</sup>。……

……

……

## 1.2 河网水力及水质特性数值模拟研究综述

### 1.2.1 水力模拟研究综述

河网非恒定流的水力特性模拟研究时水利、航运及环保等部门经常进行的工作<sup>[3]</sup>。由于河网区域范围广大，因此只能采用数值方法进行模拟。……

……

……

#### 1.2.1.1 水力数值模拟方法研究

按控制方程及对河网处理方式的不同，数值模拟方法可分为两大类：第一类为人们所熟知的圣维南方程组求解法，第二类为由法国 Jean A.Cunge 提出的所谓“组合单元法”<sup>[4]</sup>。……

……

……

……

## 1.3 技术路线和研究内容

作为本文核心部分，作者深入系统地研究了平原河网水量水质数值模拟的正反两方面的问题。首次提出用“组合单元法”数值模拟平原河网水力水质特性，分别给出了水量、水质数值模拟的正问题的稀疏矩阵求解方程式及单元分组求解方程式，为平原河网水量水质数值计算开辟了一条新的途径。在正问题的基础上，首次提出：生成基本解，用基本解构造水质边界条件反问题及源项反问题，并采用优化方法中诸如简约梯度法等方法以及遗传算法等方法分别对无约束及有约束的非线性规划问题进行求解。……

……

……

本文的主要研究内容见图1.3.1。

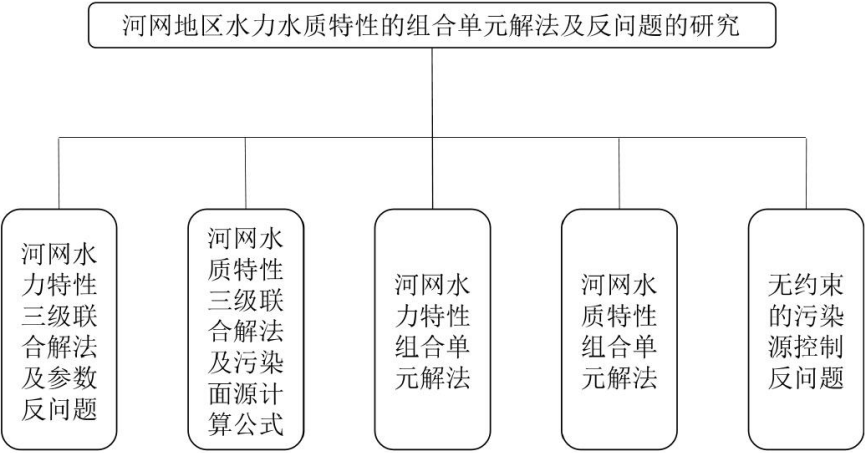


图 1.3.1 论文的主要研究内容  
Fig. 1.3.1 Main contents of the dissertation

## 第二章 河网水力特性三级联合解法及参数反问题

### 2.1 概述

河网的非恒定流计算通常采用三级联合解法，此方法可归结为一维圣维南方程组的求解问题，即对组成河网的每条河道采用有限差分的隐式格式离散圣维南方程组，得到线性差分方程组。……

……

### 2.2 河道控制方程

描述明渠一维非恒定流的基本方程为一维 Saint-Venant 方程组：

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B_w \frac{\partial Z}{\partial t} = q \quad (2.2.1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2u \frac{\partial Q}{\partial x} + (gA - Bu^2) \frac{\partial Z}{\partial x} - u^2 \frac{\partial A}{\partial x} + g \frac{n^2 |u| Q}{R^{4/3}} = 0 \quad (2.2.2)$$

式中， $t$  为时间坐标； $x$  为空间坐标；……

……

……

### 2.3 边界条件

……

……

### 2.4 方程的求解

……

……

### 2.5 参数反问题

……

……

### 2.6 算例分析

为了验证上述计算方法的可靠性，通常借用正问题的解来构造反问题。即先进行正问题计算，用其结果验证反问题的解。

……

……

计算结果见表2.6.1。

表 2.6.1 参数理论值与最优解  
Table 2.6.1 Theoretical value and optimal solution of the parameter

	b1	b2	b3
理论解	22	18	16
最优解 1	21.986	18.048	15.997
最优解 2	21.997	18.011	15.999

.....  
.....

2.7 本章小结

本章采用平原河网三级联合解法水量模型模拟河网的水力要素，建立了平原河网水量模型，对位于长江下游的南通河网进行了模拟运算。

.....  
.....



## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴-1997[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997: 56-60.
- [2] 郑孝宇. 河网非稳定容量数值计算[D]. 南京: 河海大学, 1994.
- [3] 李义天. 河网非恒定流隐式方程组的汉点分组解法[J]. 水利学报, 1997, 35(1): 52-56.
- [4] Halts. Two-dimensional numerical modeling of flood wave propagation in an urban area due to dam-break[J]. Natural Hazards, 1996, 81(3): 2103-2119.



## 致谢

本文是在导师张长江教授的精心指导下完成的。值此论文完稿之际，谨向导师及所有帮助过我的各位表示诚挚的谢意。

.....

.....

还要特别感谢 hhuthesis 节省了论文排版的时间。

作者：韩中国

2016 年 12 月于南京